

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH**

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Výskyt luminiscenčních nerostů v regionu Píseckých hor

Jana Bicanová

Vedoucí práce: Mgr. Simona Králíčková, Ph. D.

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Děkuji paní Mgr. Simoně Králíčkové Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, poskytnutí několika odborných rad a za čas, který mi věnovala při konzultacích.

Anotace:

Bicanová J., 2012: Výskyt luminiscenčních nerostů v regionu Píseckých hor, Bakalářská práce, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, Katedra biologie

Hlavním cílem bakalářské práce je popis lomů v regionu Píseckých hor a terénní průzkum vybraných lokalit za účelem identifikace luminiscenčních nerostů a charakteristiky jejich výskytu.

Vedoucí práce: Mgr. Simona Králíčková, Ph.D.

Annotation:

Bicanová J., 2012: Deposit of luminescence minerals in region Písecké hory, The Bachelor thesis, Faculty of Education University Of South Bohemia, Department of Biology

This bachelor thesis describes quarries of Písecké hory and terrain research of selected localities, in order to identification the luminescence minerals and description of their deposit.

Leader: Mgr. Simona Králíčková, Ph. D.

OBSAH

1	ÚVOD.....	6
2	METODIKA.....	7
2.1	Teoretická část	7
2.2	Praktická část	7
3	VYMEZENÍ ZÁJMOVÉ OBLASTI.....	8
3.1	Poloha, rozloha	8
4	CHARAKTERISTIKA PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ	11
4.1	Geomorfologie	11
4.2	Geologie.....	11
4.3	Klimatologie	16
4.4	Pedologie	16
4.5	Hydrologie	17
4.6	Biogeografie.....	18
4.7	Historie Píseckých hor	19
4.8	Ochrana životního prostředí.....	19
5	Luminiscence.....	20
5.1	Základní charakteristika a princip luminiscence	20
5.2	Původ a historie luminiscence	20
5.3	Klasifikace luminiscence	21
5.4	Luminiscence nerostů	26
5.5	Charakteristika UV záření a práce s UV-lampou	27
6	SOUPIS LOMŮ A IDENTIFIKACE LUMINISCENČNÍCH NEROSTŮ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH	31
6.1	Seznam lomů a oblastí v regionu Píseckých hor a jejich blízkosti	31
6.2	Popis vybraných lokalit	33
7	ZÁVĚR.....	44
	SEZNAM LITERATURY	45
	SEZNAM PŘÍLOH.....	48

1 ÚVOD

Bakalářská práce nazvaná Výskyt luminiscenčních nerostů v Píseckých horách, skládající se z teoretické a praktické části, je zaměřena na oblast Píseckých hor. Část teoretická popisuje vymezení Píseckého regionu, polohu a rozlohu Píseckých hor, charakteristiku přírodních poměrů Píseckých hor, vysvětlení definice luminiscence a soupis lomů vyskytující se v dané oblasti. Praktická část práce se zabývá popisem vybraných mineralogických lokalit v Píseckých horách se zaměřením na výskyt luminiscenčních nerostů. Práce začíná vymezením zájmové oblasti, všeobecným popisem polohy, rozlohy a charakteristiky přírodních poměrů Píseckých hor. Dále pokračuje definováním jevu luminiscence, kategorizací jednotlivých typů luminiscence se zaměřením na nerosty. Hlavním cílem práce je popis tří vybraných lomů Píseckých hor a terénní průzkum, během kterého bylo zjištěno, že luminiscenční nerosty se nacházejí ve dvou lokalitách. Prvním nalezištěm byl lom Kamenné doly Písek, ve kterém byl identifikován modrobíle fluoreskující nerost scheelit. Druhým a zároveň posledním objeveným luminiscenčním nerostem z lomu Stará Ozvěna U Nového rybníka byl pegmatit s drobnými krystalky fluoritu, které vykazovaly také modrobílou fluorescenci.

2 METODIKA

2.1 Teoretická část

Teoretická část, sestavená na základě rešerše literatury, je věnována vymezení zájmové oblasti, charakteristice přírodních poměrů, popisu principu luminescence, vysvětlení jejího principu a práce s UV-lampou.

Informace a data pro teoretickou část byly získány z rozboru literatury. Nejčastěji bylo citováno z Řehoř F., 1998: Přehled historické geologie a regionální geologie České republiky. Ostrava: Ostravská universita, 117 s., Chlupáč I., 2002: Geologická minulost České republiky. Praha: Academia, 436 s., Novák V., 2002: Topografická mineralogie jižních čech 1966-1998. České Budějovice: Nakladatelství Jelmo, 359 s. a z www.piseckehory.ic.cz.

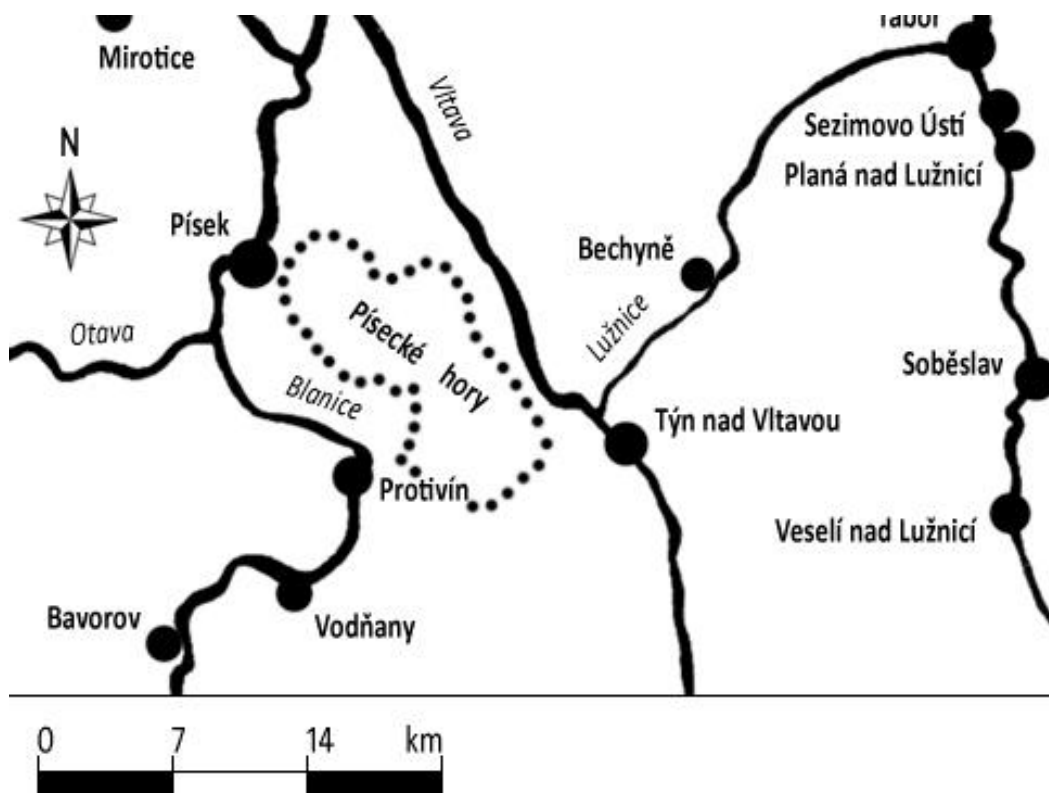
2.2 Praktická část

Praktická část byla založena na průzkumu 3 vybraných lomů Píseckých hor. Cílem bylo důkladné prozkoumání terénu (v noci i ve dne) a zjištění, zda se v některém lomu vyskytují luminescenční nerosty, popřípadě jiné, mineralogicky zajímavé minerály. Pro důkaz přítomnosti nerostů v daných lokalitách byly odebrány hmotné vzorky. K identifikaci luminescenčních nerostů byla potřebná UV-lampa a byla možná jen za úplné tmy.

3 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉ OBLASTI

3.1 Poloha, rozloha

Písecké hory jsou pahorkatinným komplexem, který se táhne na jihovýchod od města Písku, asi 50 km severně od Českých Budějovic, a rozkládá se mezi městy Protivínem a Týnem nad Vltavou v délce 20 km (obr. 1). Rozsáhlý hřeb Píseckých hor je tvořen rozvodím řek Blanice a Otavy na jihozápadě a Vltavy na jihovýchodě (www.piseckehory.ic.cz). Častým označením Píseckých hor je také Mehelnická vrchovina. Severní část hor navazuje na Středočeskou pahorkatinu a v jihozápadním směru přecházejí Písecké hory do polesí Hůrka, která je součástí Budějovické pánve.

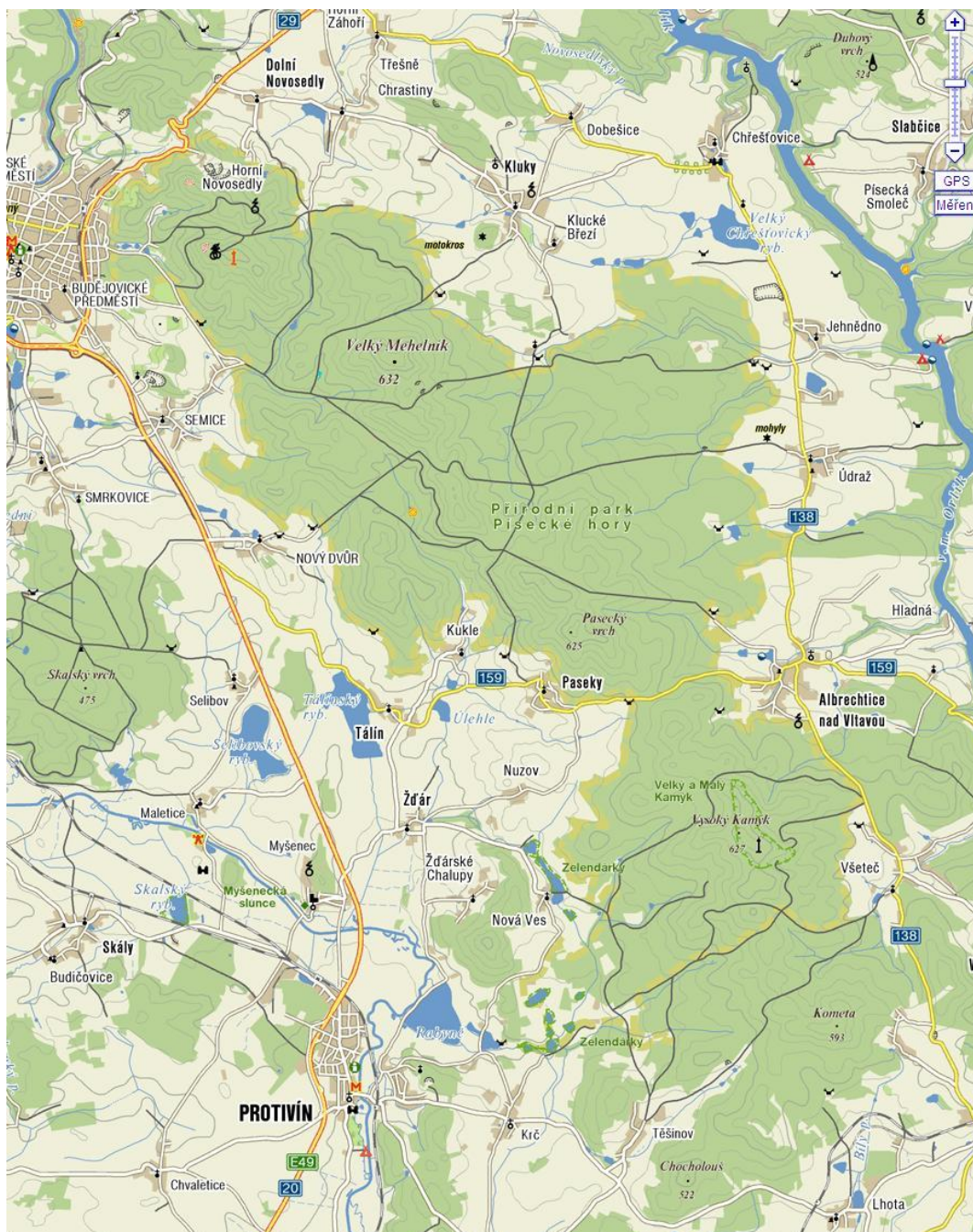


Obr. 1: Poloha Píseckých hor

Zdroj: www.piseckehory.ic.cz

Označení „hory“ je odvozeno od bohaté, hornické minulosti Písku, nikoliv od nadmořské výšky zdejších kopců a vrchů. Těžba zlata zde probíhala ve středověku i raném novověku. Příkladem dalších měst se stejnou historií jsou například známá Kutná Hora (těžba stříbra) či Kašperské Hory, Ratibořské hory a Hory Matky Boží.

Nadmořská výška Píseckých hor se pohybuje mezi 350-632 m n. m. a jejich nejvyšším vrcholem je Velký Mehelník (632 m n. m.) (Frohlich, 1999). Dalším významným vrcholem je Jarník, který leží v severní části Píseckých hor. Jeho výška dosahuje 609 m. V okolí tohoto kopce leží Logry (509 m), Amerika a Chudý vrch (572 m). Na východní straně se táhne vrchol Průhony (509 m) a Přední Pecky (469 m). Poblíž rybníku Němec můžeme naléznout stejnojmenný vrchol s výškou 587 m a kopce Matka (580 m) a Svícny (598 m). Ve střední části hor leží Ostrý Vrch (538 m), Pasecký vrch (625 m), Chlum (571 m), Malý Kamýk (605 m) a Velký Kamýk (627 m). Jižní část zaujímá vrchol Kometa (593m), (obr. 2).



Obr. 2: Turistická mapa Píseckých hor

Zdroj: www.toverbez.ic.cz

4 CHARAKTERISTIKA PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ

4.1 Geomorfologie

Podle geomorfologického zařazení patří Písecké hory do hercynského systému, subsystému hercynského pohoří, provincie České vysočiny, subprovincie Českomoravské, oblasti Středočeské pahorkatiny a celku Tábořské pahorkatiny. Písecké hory leží v poměrně členité Mehelnické vrchovině, která je částí celku Tábořské pahorkatiny. Svahy mají převážně východní nebo západní orientaci. Vznik některých geomorfologických útvarů se váže na historickou těžbu zlata. Jiné útvary mají původ přírodní a vznikaly například díky fluvialní činnosti, nebo mechanickými a chemickými procesy zvětrávání.

V okolí Mehelnického potoka a na březích potůčku nad Vodákem jsou viditelné písečné přesypy (sejpy, hrubata) jako pozůstatek po těžbě zlata. Do dnes se také zachovaly těžební jámy na Havírkách a jiných místech.

V okolí nejvyššího vrcholu Velký Mehelník vystupují na povrch četné balvany durbachitů typu Čertovo břemene o mocnosti 2-3 km (viz část o geologii). Balvany durbachitů jsou vytvořeny různými formami zvětrávání a odnosu. Charakteristickým rysem, který je způsoben zvětráváním, je jejich kulovitá odlučnost, která je doprovázena tvorbou exfoliačních šupin a desek (www.geology.cz). Pozorovatelné útvary na balvanech jsou četné skalní mísy a mrazové trhliny. Dalšími geomorfologickými útvary jsou rozvlečené balvanové sutě, skály, pseudokar a kamenná moře, která se zde vykytují pouze ojediněle. Zajímavostí je takzvaný Loupežnický stůl. Jde o skalní mísu v podobě úpatního výklenku nedaleko Velkého Mehelníku.

4.2 Geologie

Písecké hory jsou součástí moldanubické oblasti Českého masívu, která byla naposledy přeměněna a zvrásněna poslední fází variského (hercynského) cyklu, a tudíž tvoří předplatformní jednotku (Chlupáč, 2002).

Jihozápadní část podloží moldanubika, se skládá z jednotlivých zón katazonálně metamorfovaných hornin. V rozsáhlém komplexu moldanubika kromě variských, granitoidních hornin, které pochází z karbonského období, jsou při-

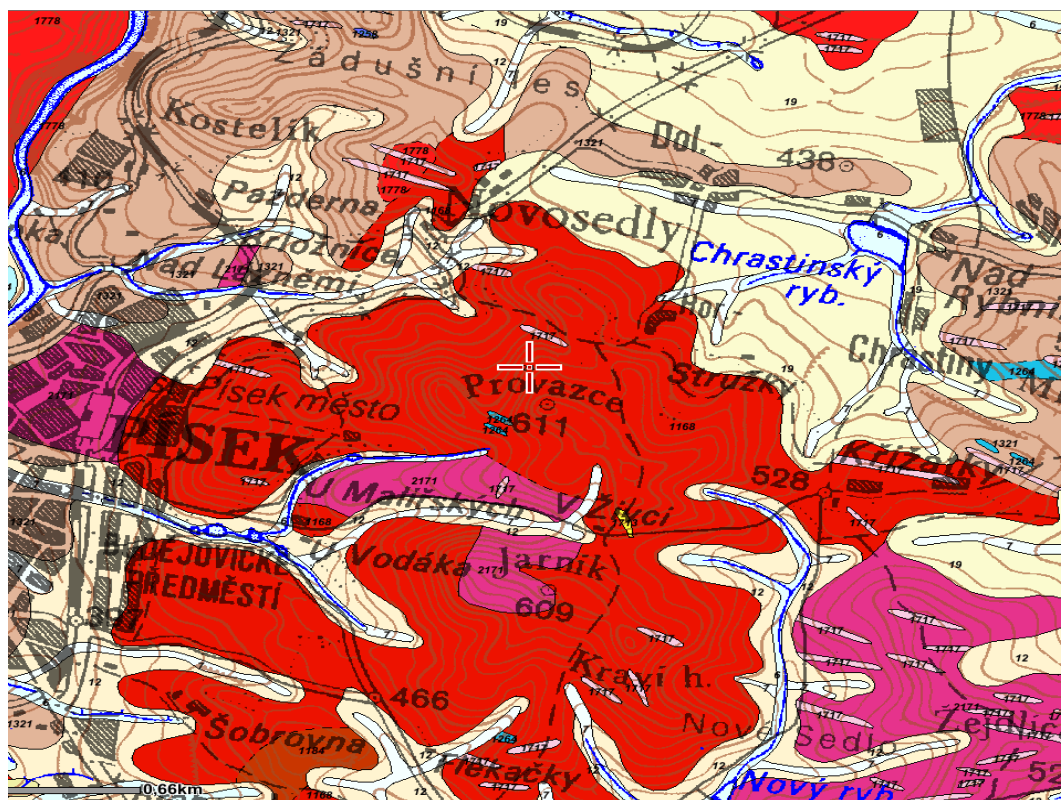
tomné vulkanické, sedimentární i starší hlubinné horniny. Obtížné rozpoznání vzájemných vztahů a původních charakterů jednotlivých hornin způsobily rozsáhlé metamorfní procesy (Řehoř, 1998). Litologie moldanubika je tvořena granulity, eklogity, granátovými serpentinity, jejichž přítomnost zapříčinil vysoký stupeň přeměny s intenzivní migmatizací. Moldanubické metamorfity jsou rozděleny do dvou skupin. První, jednotvárná série, je tvořena především biotickými, muskovit-biotickými a silimaniticko-biotitickými pararulami. Tato série vykazuje známky vysokého stupně metamorfózy amfibolitové facie středních a nízkých tlaků. Za druhou skupinu je označena pestrá série hornin, která vytváří v jednotvárné sérii několik litologicky pestřejších pruhů parabřidlic a ortobřidlic. Vedle převládajících pararul, se v nich také vyskytují ortonuly, amfibolity a jiné, metamorfované sedimenty. Jako například krystalické vápence, dolomity, metakvarcity, vápenato-silikátové horniny (erleny, grafitické ruly).

Moldanubické horniny byly vystaveny nejméně dvěma metamorfním fázím spjatých s kadomským a variským vrásněním. Významným rysem moldanubika jsou dvě prostupující tělesa variského stáří (Středočeský pluton a Moldanubický pluton). Výstup Středočeského plutonu umožnil Středočeský hlubinný zlom, který tvoří hranici mezi středočeskou a moldanubickou oblastí. Středočeský pluton připomíná jazykovité těleso na území Benešovské, Táborské, Vlašimské a Blatenské pahorkatiny. Vyskytují se v něm různé typy syenitoidů a granitoidů s doprovodem žilných těles (pegmatity, aplity, granodioritové a dioritové porfyry, žulové a syenitové porfyry). Moldanubický pluton má tvar asymetrického batolitu a je největším, variským tělesem v Českém masívu. Moldanubický pluton lze dále rozdělit na větev Centrálního plutonu s doprovodem menších těles Jihlavského a Třebíčského plutonu a na větev Šumavskou, tvořící řadu drobných těles. Kromě výskytu granitoidů jsou zde obsaženy i syenitoidy s doprovodem aplitů, pegmatitů a tmavých žilných hornin.

Písecké hory leží uprostřed strukturně vymezeného trojúhelníku, který je tvořen Středočeským zlomem, Jáchymovským zlomem a Blanickou brázdou (Řehoř, 1998). Horniny Píseckých hor jsou tvořeny hlubinnými granitoidy jižní části Středočeského plutonu, které přecházejí k migmatitům (perlové ruly a žuloruly) a metamorfovanými horninami pestré série moldanubika. Komplex Píseckých hor tvoří světlé migmatity nebo ortonuly, které se někdy souhrnně označují jako „žulo-

ruly“. Obsahují K-živce, křemen, lupínky slídy a mohou být drobnozrnné nebo střednězrnné, které jsou díky amfibolu a biotitu tmavší než žuloruly (obr. 3).

Na styku migmatitů, rul a granitu se vyskytují tmavé syenity a durbachity. Speciální typ durbachitů, které jsou o poznání tmavší než žuloruly a obsahují větší vyrostlice živce a křemene, se nazývá „Čertovo Břemeno“. Dalšími horninami vyskytujícími se v oblasti Píseckých hor jsou krystalické vápence, melanokrátní granit, amfibol-biotitické až biotitické granodiority a vložky hrubozrnných žul s výskytem zlatonosných křemenných žil a živeců. (Výskyt těchto zlatonosných křemenných žil vedl k těžbě zlata). Na východním okraji Píseckých hor převládají hrubozrnné ruly. Méně hojné jsou svory a fylity (www.piseckehory.ic.cz).



	Amfibol-biotitický až biotitický granodiorit
	Melanokratiní granit a křemenný, melanokratiní syenit
	Rula
	Bazální slepence a pískovce, jíly, jílovité písky, pískovce
	Migmatit
	Žilný granit
	Krystalický vápenec

Obr. 3: Geologická mapa Píseckých hor

Zdroj: www.geology.cz

Kromě zlata a jiných vzácných nerostů se zde dobýval i kámen. Znatelné stopy po lámání červeně zbarvené žuly, jsou na západním svahu vrchu Svícny (598 m).

Nad Novým rybníkem směrem k Živci se v lesích rozprostírá lom, kde se dříve těžil živec. Lom byl také nalezištěm minerálů jako je například písekit, nebo růženín. Úlomky růženínu zde můžeme najít ještě dnes.

Zatopené lomy se staly proslulými nalezišti křišťálu, záhnědy, monazitu, bertranditu, akvamarínu. V lesích se najde i turmalín (www.piseckehory.ic.cz).

V roce 1923 v okolí Kraví hory byl objeven dosud neznámý radioaktivní nerost písekit (obr. 4). Tento název získal podle místa své lokality – Písek. Na žádném jiném místě po celém světě nebyl dosud tento slabě radioaktivní nerost objeven. Jedná se o oxid ytria a dalších vzácných zemin, niobu a uranu. Jeho chemické složení je $(YCeCaAsFeU)(NbTiTa)(O,OH)$. Tvrdost písekitu se pohybuje okolo 5,5-6 a hustota okolo 4,03-4,57 g/cm³. Barva nerostu je žlutozelená, kalně zelená či hnědá až černá (obr. 5). Krystalizuje v monoklinické krystalové soustavě (obr. 7) a tvoří sloupcovité, nebo tabulovité krystaly, některé se mohou i paprscitě shlukovat (obr. 6). Velikost krystalů se pohybuje okolo 4 cm. Písekit je metamiktní minerál. Metamiktizace znamená rozpad nerostu a rozbití pravidelné struktury krystalu za působení radioaktivního záření. Písekit lze objevit zarostlý do ortoklasu nebo mikroklinu, berylu nebo skorylu (Bernard, Rost a kol., 1992).



Obr. 4: Velká zrna písekitu

Zdroj: www.minerally-sbirka.wgz.cz



Obr. 5: Černý písekit

Zdroj: www.minerally-sbirka.wgz.cz



Obr. 6: Páprsky písek

Zdroj: www.mineraly-sbirka.wgz.cz



Obr. 7: Kryštal písek na živci

Zdroj: www.mineraly-sbirka.wgz.cz

4.3 Klimatologie

Charakteristické podnebí Píseckých hor je teplé, mírně vlhké s mírnou zimou. Průměrný počet letních dnů (40-50) převyšuje počet ledových dnů (40).

Nadmořská výška, která se pohybuje do 600 m n. m., a poloha Píseckých hor představují limitující faktory podnebí. V Píseckých horách za jeden rok spadne kolem 539 mm srážek a průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje okolo 8,2°C. Sněhová pokrývka není dlouhodobá a ve většině podzimních dnů, se v údolích vyskytují četné mlhy (až 35 dnů mlhy za rok). Směr větru je převážně západní a jihozápadní (www.blanicko-otavsko.eu).

4.4 Pedologie

V Píseckých horách se vyskytují typicky kyselé kambizemě. V terénních depresích jsou patrné pseudoglejové kambizemě a pseudogleje (půdní profil pseudoglejí musí mít výrazné znaky periodického, povrchového převlhčení). Na skalních útvarech a kamenitých svazích se vyskytují rankery a kambizemě. Tato skupina zahrnuje půdy s výraznou skeletovitostí a malou mocností půdního profilu vyvinuté na silikátových substrátech (Chábera a kol., 1985).

4.5 Hydrologie

4.5.1 Tekoucí vody

Písecké hory obklopují tři řeky, které spadají do úmoří Severního moře. První z nich je Vltava, která je nejdelší řekou v České republice. Její délka je 433 km, plocha povodí je přibližně 28 000 km². Jeden z jejích levostranných přítoků v oblasti Píseckých hor je řeka Otava. Vltava se rozlévá po celém východním okraji Píseckých hor.

Druhá a pro Písek nejvýznamnější je řeka Otava, která nemá svůj vlastní pramen. Vzniká soutokem horských říček Vydry a Křemelné, které pramení pod Čenkovou pilou na Šumavě (627 m n. m.). Otava má statut třetí největší jihočeské řeky (první je Vltava a druhá Lužnice). Celá délka řeky je téměř 111,70 km a plocha povodí 3 800,40 km². Otava protéká Svatoborskou vrchovinou, dále přes Bavorovskou pahorkatinu. Pod městem Horažďovice přitéká do Českobudějovické pánve a před Pískem vstupuje do Tábořské pahorkatiny, kde odvodňuje Písecké hory. V oblasti Orlické přehrady (346 m n. m.), pod hradem Zvíkov, se Otava vlévá do řeky Vltavy (www.wikipedia.cz).

Poslední a zároveň třetí řekou, ohraničující Písecké hory, je Blanice. Ta pramení asi 15 km jihozápadním směrem od Volar na severním svahu Knížecího stolce (1226 m) ve výšce 960 m n. m. U Putimi se Blanice vlévá do Otavy a tvoří tedy její pravý přítok. Celá řeka měří 93,30 km a plocha povodí je 860,50 km². Řeka protéká Prachatickou vrchovinou, dále Bavorovskou pahorkatinou stejně jako řeka Otava. U Vodňan přitéká do Českobudějovické pánve a následuje její rovinný charakter toku, až po ústí do Otavy.

4.5.2 Stojaté vody

Krajina Píseckých hor je velmi bohatá na stojaté vodní plochy. V tamních lesích se vyskytuje hojný počet rybníků a potoků. Z nejvýznamnějších jsou to Nový rybník, rybník Němec a čtyři Lesní rybníky (Trubka, Bašta, Beran, Ticháček). V blízkosti Nového rybníka, který vznikl roku 1723, leží známý lom U Nového rybníka. Lesní rybníky jsou vzdáleny asi 4 km od města Písku a nacházejí se v údolí, které je ohraničeno vrchem Logry a oblastí Amerika. Rybník Be-

ran a Tichávek jsou nositelé jmen po svých zakladatelích. Lesní rybníky sloužily jako zásobárna vody pro město Písek (Frohlich, 1999).

4.6 Biogeografie

4.6.1 Flóra

V Píseckých horách se objevují dva základní typy vegetace. Ve větší části Píseckých hor se rozprostírají acidofilní bučiny především s bikou bělavou a lipnicí hajní. V menší části se pak vyskytují celky květnatých podhorských bučin s dominantním bukem lesním a méně hojnou lípou srdčitou. V podrostu se nachází například svízel okrouhlolistý, kyčelnice cibulkonosná, pryšec sladký, kostival hlíznatý, orlíček obecný a jatrník trojlaločný. Z jedovatých rostlin zde najdeme vraní oko čtyřlísté a rulík zlomocný (www.piseckehory.ic.cz).

Zalesnění Píseckých hor je známo již od pravěku. V minulých letech se hojně vysazovaly především buky a jedle. Ostatní dřeviny (duby, smrky a borovice) byly v pozadí. V 18. a 19. století došlo k druhotné změně stavby lesa a upřednostňovalo se vysazování jehličnatých stromů (smrk a borovice). Pro dnešní dobu je typická obnova bukových porostů, takže podíl listnatých stromů se zvyšuje (Frohlich, 1999).

4.6.2 Fauna

V Píseckých lesích žijí četné skupiny zvířat i ptactva. Typickou třídou pro stojaté i tekoucí vody jsou ryby (cejn velký, plotice obecná, ouklej obecná). Kromě těchto se zde vyskytuje i množství nepůvodních druhů (amur bílý, tolstolobik bílý). V Blanici protéká velice kvalitní voda, díky které se v ní střídá rybí pásmo lipanové, parmové a cejnové (až 30 druhů ryb). V lesních porostech se vyskytují běžní zástupci plazů (ještěrka obecná a slepýš křehký) a savců (liška obecná, prase divoké a srnec obecný). Zajímavými živočichy jsou ohrožené druhy jako například čáp černý, krkavec velký, holub doupňák, výr velký, sluka lesní, pěvuška modrá, datel černý, kulíšek malý a celá řada dalších ptáků (www.piseckehory.ic.cz).

4.7 Historie Píseckých hor

Přítomnost člověka v Píseckých horách dokládají nálezy kamenných nástrojů z mladší a pozdní doby kamenné. Ve vyšších nadmořských výškách, okolo Mehelníku, docházelo k osidlování zejména ve starší a střední době bronzové. Naopak nižší polohy byly určeny k pohřbívání lidí. Z této doby se v Píseckých horách dochovalo nejméně 55 pohřebišť (Fronlich, 1999).

4.8 Ochrana životního prostředí

Velká část území Píseckých hor je vymezena od roku 1973 jako chráněný Přírodní park Písecké hory. Úkolem Přírodního parku je ochrana krajinného rázu na základě §12 podle zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. Hlavním důvodem ochrany je zamezení, aby návštěvníci nedevastovali přírodní okolí Píseckých hor. Především se jedná o ničení krajiny bezohlednými sběrateli minerálů a neukázněnými hosty Píseckých hor. Přírodní park Písecké hory má rozlohu 60,3 km² a lesy zabírají celkovou plochu 6500 hektarů (www.lmpisek.cz).

5 Luminiscence

5.1 Základní charakteristika a princip luminiscence

Luminiscence neboli světélkování je spontánní, samovolné, vyzařování světla z jakéhokoli materiálu (pevné látky, kapalné roztoky nebo plynné páry), při které dochází k transformaci primární energie na energii světelnou. Tyto látky, umožňující luminiscenční děj jsou označovány jako takzvané luminifóry. Za časté označení primární energie se také někdy používá budící energie (www.museum.mineral.cz), budící záření (www.mineralogie.sci.muni.cz), nebo budící zdroj (www.cuni.cz). Podle primární energie lze kategorizovat různé druhy luminiscence (viz tab. I). Je známo několik druhů primární energie (viz tab. I). Luminiscence vzniká excitací atomu, která je zapříčiněna dodáním dostatečného množství primární energie. Po dodání primární energie nastane přeskok elektronu v obale atomu na vyšší energetickou hladinu a dojde k narušení termodynamické rovnováhy látky a nahromadění přebytečné energie, která převyšuje tepelnou energii. Po určité době se elektron z vyšší energetické hladiny vrací zpět na svoji základní hladinu. Tento zpětný přechod elektronu doprovází uvolnění přebytečné energie ve formě fotonu (elementární částice zprostředkovávající elektromagnetické interakce). Vlnová délka fotonu je dána rozdílem obou energetických hladin. Luminiscence je specifickou vlastností vyskytující se například u bahenních plynů, nerostů, lesních pařezů, orgánů mořských ryb, nebo v domácnostech u zářivek či televizních obrazovek.

5.2 Původ a historie luminiscence

Luminiscence byla známa již na začátku našeho letopočtu. Tento jev byl pozorován na nejrůznějších látkách v nejrůznějších skupenstvích včetně živých organismů. První podrobné záznamy o pozorování luminiscence na pevných látkách pocházejí ale až ze začátku 17 století, kdy docházelo k nesystematickému hromadění faktů (Vacek, 1996).

Studiem z pohledu systematické a kvantitativní luminiscence pevných látek se zabýval Edmond Becquerel. Název luminiscence použil poprvé německý fyzik Eilhard Wiedemann v roce 1888. Wiedemann klasifikoval různé typy luminiscence podle potřebné budící energie (fotoluminiscence, termoluminiscence,

chemiluminiscence). Nástupcem Edmonda Becquerela byl jeho syn Henri Becquerel, který rozvíjel dále jeho myšlenky a soustředil se na optické vlastnosti látek. V roce 1896 se začal Becquerel podrobněji zajímat o fluorescenci uranových solí.

V letech 1889-1912 přišli s prvními vědecky podloženými teoriemi vědci Schmidt a Wiedemann. Rozvoj oboru obohatili díky fyzikálně-chemické teorii. Ve stejném období V. L. Levšina rozdělil mechanismus luminiscence probíhající v různých látkách na dvě skupiny, na záření v diskretních centrech a na záření krystalů. Pro první skupinu jsou charakteristické procesy probíhající v jednotlivých centrech atomů, nebo molekul. Druhou skupinou je tzv. „záření krystalů“, které vzniká následkem přeskupení fotoelektronů a iontů v aktivátoru (Vacek, 1996).

5.3 Klasifikace luminiscence

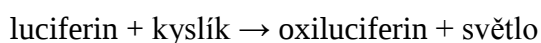
Třídění jednotlivých druhů luminiscence je založeno na zdroji primární energie, která se přetváří v energii světelnou. Tato primární energie může mít charakter krátkovlnného záření, tepelné stimulace, elektrického pole, mechanického tlaku, nebo ráz v podobě chemické reakce. Jsou samozřejmě možné i další jiné způsoby (viz tab. I) (www.leccos.com).

Tab. I: Klasifikace luminiscence v závislosti na zdroji primární energie

DRUH LUMINISCENCE	ZDROJ PRIMÁRNÍ ENERGIE
Fotoluminiscence	Světelné záření, UV záření
Bioluminiscence, chemoluminiscence	Chemická reakce uvnitř tkání organismů
Elektroluminiscence	Elektrický proud, elektrické pole
Mechanoluminiscence	Mechanická energie (stlačování, lámání, drcení, tření)
Sonoluminiscence	Zvuk, ultrazvuk
Radioluminiscence	Krátkovlnné elektromagnetické záření (například gama, nebo rentgenové)
Termoluminiscence	Tepelná energie
Katodová luminiscence	Elektrony urychlené v elektrickém poli
Krystaloluminiscence	Krystalizace látek v roztoku

5.3.1 Bioluminescence, chemoluminescence

Bioluminescence je často řazena jako podtyp chemoluminescence. Původ dodávané energie probíhá v živé hmotě organismů a to v podobě biologických a chemických reakcí. Bioluminiscenci vyvolávají chemické, nebo biologické děje, které se odehrávají v živých organismech a tkáních. Výsledkem procesu bioluminiscence je chemická reakce oxidace. Oxidace je založena na bázi luciferinu. Luciferin je chápán jako soubor biologických, barevných pigmentů, které jsou obsaženy v těle příslušných živočichů a jsou schopny emitovat energii v podobě světla. Aby došlo k oxidaci luciferinu, je zde potřebná přítomnost enzymu luciferáza. Množství vyzařovaného světla při této reakci je až 96% a tepla jen 4%. Bioluminiscenční reakce se dá vyjádřit rovnicí:



Ze známých skupin organismů je bioluminescence prokazatelná například u některých bakterií. Z nižších rostlin jsou to řasy obrněnky rodu *svítilka* (*Noctiluca*), které vyvolávají modré světélkování moří a houby (například hlívy rodu *Panus* a *Omphalatus*). Z bezobratlých je světélkování patrné u medúz rodu *Aequorea* (obr. 8), u třídy mořských hlavonožců a brouků světlušek rodu *Lampyridae* (obr. 9). Ze zástupců ryb mají schopnost bioluminescence širotlamka pelikánová (*Eurypharynx pelicanoides*), lampovník (*Myctophum*) a tykadlovka Holboellova (*Ceratias holboelli*). V případě organismů žijících v hlubinných mořích, slouží světélkování hlavně ke komunikaci (www.leccos.com).



Obr. 8: Medúza rodu *Aequorea*

Zdroj: www.petr-kufner.blog.cz



Obr. 9: Světluška (*Lampyridae*)

Zdroj: www.wikipedia.cz

5.3.2 Elektroluminiscence

Pro vyvolání tohoto druhu luminiscence je potřebná energie v podobě elektrického pole nebo elektrického proudu (www.leccos.com). Po ozáření materiálu elektrickým proudem dojde k excitaci elektronů a k uvolnění energii ve formě fotonu. Využití elektroluminiscence se uplatňuje v sortimentu zábavného průmyslu, bezpečnosti dopravy, v módním a reklamním průmyslu. Na této bázi jsou založeny luminiscenční diody, reklamní panely, nouzová osvětlení a plazmové obrazovky.

5.3.3 Mechanoluminiscence

U některých látek stačí k vyvolání luminiscence pouhá mechanická energie. Mechanická energie může být vyvolána například třením, deformací, úderem, škrábáním a lámáním. Luminiscence se projevuje krátkými záblesky, které jsou pravděpodobně vyvolány nesymetrickými poruchami struktury. Mechanoluminiscenci můžeme dělit podle mechanických vlivů do tří skupin. První skupinou je fraktoluminiscence, kde mechanická energie je získána lámáním. Do druhé skupiny patří piezoluminiscence, která je vyvolána tlakem způsobující elasticou deformaci. Posledním typem je triboluminiscence, během které dochází ke tření a porušování minerálu. Triboluminiscenci můžeme pozorovat u drcení zrníček karborundu, krystalů sfaleritu, mramoru, slídy, fluoritu, lepidolitu, nebo křemene (Bican, Pavlíček, 1994).

5.3.4 Sonoluminiscence

Sonoluminiscenci můžeme řadit buď samostatně, nebo se někdy uvádí jako podtyp mechanoluminiscence. Tato luminiscence je vyvolána zvukem, nebo ultrazvukem a projevuje se krátkými záblesky světla. Světélkování zaniká jen krátkou dobu po svém vzniku, moc dlouhé trvání tedy nemá (www.fyzika.jreichl.com).

5.3.5 Radioluminiscence

Excitace elektronu u radioluminiscence je vyvolána ionizujícím zářením, do kterého se řadí rentgenové, alfa, beta, nebo gama záření. Pokud určité nerosty obsahují radioaktivní příměse, může se říci, že se elektrony díky ozáření uvolní ze struktury nerostů a nahromadí se v místě deformace krystalografické mřížky.

Přebytečná energie se uvolní ve viditelné oblasti světla a nerosty tak světélkují. Čím déle je daný nerost vystaven radioaktivnímu záření, tím se stačí uvolnit více elektronů a výsledný efekt luminiscence je tak větší. (www.fyzika.jreichl.com).

5.3.6 Termoluminiscence

Termoluminiscence je vyvolána tepelným zahřátím materiálu. Aby došlo k tomuto jevu, musí se napřed látku vystavit například ionizujícímu, rentgenovému či jinému záření. Tuto budící energii vydává materiál ihned po zahřátí ve formě světla. Termoluminiscence je typ světélkování pozorovatelné u některých vzorků nerostů, ropy a chlorofylu. U jiných nerostů stačí k vyvolání termoluminiscence slabé zahřátí (fluorit, diamant, topaz, sfalerit, scheelit a nerosty s příměsí U). Jiné minerály, jako například kalcit, apatit, skapolit, mají schopnost světlovat až po zahřátí na vysokou teplotu (www.leccos.com).

5.3.7 Katodová luminiscence

Tento druh světélkování je v podstatě emise viditelného světla, která je vyvolána urychleným dopadem elektronů na nerost či horninu. Intenzita vyzařujícího světla je dána především koncentrací atomů ve struktuře minerálů. Největší intenzitu světla vyvolávají atomy Mn a atomy prvků vzácných zemin. Naopak atomy dvojmocného železa luminiscenci tlumí. Katodová luminiscence je daleko jasnější než UV luminiscence a používá se především k identifikaci a detekci minerálů v horninách. Její uplatnění se využívá hlavně v oboru sedimentologie (www.museum.mineral.cz).

5.3.8 Fotoluminiscence

Při fotoluminiscenci se využívá energie vyvolána elektromagnetickým zářením. Fotoluminiscence se dělí podle svého trvání na krátkodobou - fluorescenci a dlouhodobou – fosforescenci. Ovšem ostrá hranice mezi těmito dvěma jevy neexistuje, protože princip, na kterém fungují, je v podstatě stejný. Rozdíl v krátkodobé a dlouhodobé fotoluminiscenci je doba časového úseku mezi excitací a zpětným návratem elektronu na svůj základní stav (www.fyzika.jreichl.com).

Krátkodobou fluorescenci na jednotlivých typech minerálů můžeme prokázat během ozáření RTG, UV, nebo katodovým zářením. Trvá pouze nepatrný

zlomek sekundy a nastává bezprostředně po nabuzení primární energií (Povondra, Ulrich, 1988).

Fosforescence je dlouhodobý typ luminiscence, který je založen na stejném principu jako fluorescence (po excitaci atomu, se elektrony při fluorescenci dostávají do energetických hladin, ze kterých je těžké se vrátit na svoji základní hladinu).

Důležité je to, že excitující elektrony se ze své původní, vysoké hladiny dostávají obtížně zpět na svůj základní stav. Tento návrat někdy trvá až minutu a vyzařovaná energie ve formě fotonu probíhá i po ukončení dodání primární energie. Při fluorescenci primární energie probíhá na kratší vlnové délce než záření fosforescentní.

Závěr je takový, že pokud nastane situace, kdy elektron seskočí na původní energetickou hladinu během velmi krátké doby, téměř současně s dodáním energie, jedná se o fluorescenci. Naopak, proběhne-li světelné vyzařování až po delší době od dodání energie, mluvíme o fosforescenci.

5.4 Luminiscence nerostů

Luminiscence u nerostů může být způsobena dodáním různé primární energie (UV záření, zahřátí, drcení) (viz tab. I). Ovšem v praxi je nejběžnější primární energií absorpce ultrafialového světla, které má vlnovou délku menší než 380 nm. Luminiscence nerostů a přechod elektronů v obale je do jisté míry ovlivněna jejich stavbou, chemickým složením, nebo může být způsobena defekty v krystalové mřížce. Proto tato optická vlastnost je v praxi hojně využívána při určování nerostů a indikaci jejich chemického složení. Intenzita a barva světelného záření je závislá na jednotlivých příměsích ve struktuře nerostů. Nejčastějšími příměsemi jsou těžké kovy (Cu, Zn, Pb, Hg, Zr, U) a Ag, Au, Tl (Povondra a Ulrich, 1988). Zvláštností je, že u některých odrůd téhož nerostu, je luminiscence odlišná, popřípadě se nemusí ani projevit, v závislosti na daných příměsích nerostu.

Luminiscenční děj je běžně patrný například u krystalů sfaleritu, diamantu, fluoritu a scheelitu (Řehoř, 1997) (viz tab. II). Mezi velký počet fosforeskujících nerostů patří například i baryt, klacit a další (viz příloha 1). Lze tak například

rozeznat jemná, fluorescenční zrnka scheelitu od křemene, nebo zelenobílý, fluorescenční aragonit od kalcitu, který vykazuje fluorescenci červeno-oranžovou (viz příloha 1). U většiny nerostů se více projevuje fluorescence, která je například dokázána u fluoritu s přítomností organických látek a vzácných zemin. Za to jasně modrobílý, fluoreskující scheelit indikuje přítomnost Mo a W.

Tab. II: Příklady nejznámějších, luminiscenčních nerostů

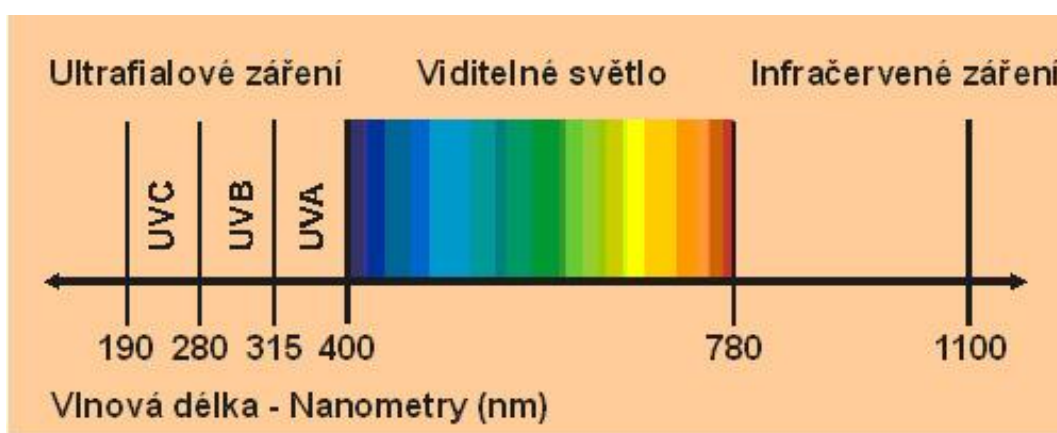
MINERÁL	KATODOVÉ PAPRSKY	RTG PAPRSKY	ULTRAFIALOVÉ PEPRSKY
diamant	zelená, oranžová, modrá	modrá	modrá
fluorit	zelená, fialová	zelená, modrá	žlutozelená, fialová
kalcit	oranžová, červená	růžová, červená	červená, oranžová
dolomit	žlutá, oranžová	oranžová	žlutá
willemit	-	-	zelená
zirkon	žlutá	zelená	oranžová
scheelit	modrá	modrá	modrá
torbenit	-	-	zelená

5.5 Charakteristika UV záření a práce s UV-lampou

Řada minerálů má tu vlastnost, že při ozáření UV světlem vykazují fluorescenci, nebo fosforescenci různé barvy (viz příloha 1). Díky tomuto jevu je možné určovat různé druhy nerostů. Pomocí UV záření je možné odhalovat

a identifikovat vady a poruchy krystalových mřížek minerálů při použití fluorescenčních, detekčních prostředků. Standardní intenzita UV světla, která se používá na zkoušeném povrchu nerostu má mít minimálně 5 W/m^2 . Pro luminiscenční vybuzení se využívá UV světlo o vlnové délce 320 až 400 nm (Pišut a kol., 1987).

UV záření je elektromagnetické záření, jehož vlnová délka je větší než délka rentgenového a kratší než infračerveného záření (obr. 10). Přirozeným zdrojem ultrafialového záření je Slunce. Název UV odvozujeme z anglického jazyka ultra violet. Ultra vyjadřuje předložku “za” a violet znamená “fialová”. Ve svém významu to znamená záření za fialovým světlem (www.optikarium.cz).



Obr. 10: Vlnová délka elektromagnetického záření

Zdroj: www.iqsport.cz

K detekci luminiscenčních nerostů jsou používány UV-lampy, které se dělí na několik různých typů podle účelů pro použití, stavební struktury a cenové hodnoty. Nejčastějším typem používaným v oboru mineralogie jsou přenosné UV-lampy, které mohou být používány jak s bateriemi, tak se síťovým adaptérem (viz obr. 11, 12, 13). Podstatnou výhodou je jejich malá hmotnost a velká výkonost. Ovšem nejvýznamnější předností je použitelnost lampy tam, kde není dostupná elektrická síť. Stacionární UV-lampy se vyznačují nízkou provozní teplotou, vysokou životností a kvalitním zpracováním. Existují i speciální typy mikroskopů, jejichž součástí je i UV-lampa (viz obr. 14). Profesionálně vyrobené UV-lampy se pohybují v cenové relaci od 5000 do 12 000 korun.



Obr. 11: UV baterie FL786

Zdroj: www.ndttrade.cz



Obr. 12: Mini ultraviolet lamp + torch/red

Zdroj: www.loeplampen.nl.cz



Obr. 13: UV 500 lampa s baterkou

Zdroj: www.selectadna.sk



Obr. 14: Fluorescenční mikroskop Olypmus

Zdroj: www.ryfag.ch.

6 SOUPIS LOMŮ A IDENTIFIKACE LUMINISCENČNÍCH NEROSTŮ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH

6.1 Seznam lomů a oblastí v regionu Píseckých hor a jejich blízkosti

V blízkosti lesích Píseckých hor se vyskytují známé mineralogické lokality jako lom U Obrázku, lom Stará Ozvěna U Nového rybníka, lom Kamenné doly, oblast Logry, lom Ptáčkova, lokalita Nový Mlýn a Havírky (Oswald 1959).

Následující, o něco vzdálenější, mineralogicky bohaté lokality se vyskytují přibližně do 20km od města Písek (viz tab. III).

Tab. III: Přehled mineralogicky bohatých lokalit ve vzdálenosti do 20 km od Písku
Zdroj: Novák, 2002

Albrechtice nad Vltavou	15 km JV od Písku
Brloh (Drhovle)	Komplex mezi Brlohem a Drhovlí, 1km S od Brlohu, 18 km od Písku
Čížová	8 km SZ od Písku
Dobev	9 km Z od Písku
Dolní Novosedly a Horní Novosedly	7 km SV od Písku
Heřmaň	Lom 2 km VSV od obce Heřmaň, 7 km J od Písku
Hradiště	0,5 km JZ od Písku
Chlaponice	Lom 2,5 km V od Drhovle a 17 km Z od Písku
Kestřany	Lom 1300 m SZ od obce, 14 km JZ od Písku
Kluky	1,5 km JZ od obce, 7 km V od Písku
Malé Nepodřice	Lom 850 m S od kostela v obci, 400 m JJV Od soutoku Blanice s Otavou, 4 km od Písku
Mirotice	14 km SZ od Písku
Mirovice	Lom 800 m SSZ Od SZ rohu náměstí v obci, 16 km SZ od Písku

Orlík nad Vltavou	24 km S od Písku
Putim	Lom 850 m S od kostela v obci, 400 m JJV od soutoku Blanice s Otavou, 5 km od Písku
Ražice	5 km J od Písku
Semice	Lom u hřbitova 600 m SSZ od obce, 200 m v. od silnice Písek - Protivín, 3 km JV od Písku
Smrkovice	Lom na kótě 463 J od obce, 3 km J od Písku
Topělec	3 km S od Písku
Tukleky	Opuštěný lom 200 m Z od obce, po polní cestě k Otavě, 15 km od Písku
Vráž	Opuštěný lom 300 m SZ od obce, 11 km S od Písku
Vrcovice	4 km S od Písku
Zlivice	9 km SZ od Písku

6.2 Popis vybraných lokalit

Hlavním důvodem výběru lomů pro uskutečnění terénního průzkumu byl předpoklad výskytu nerostů s příměsemi těžkých kovů, které způsobují luminiscenci. Tyto tři lomy, které byly vybrány na základě blízké vzdálenosti od města Písku, jsou nejznámějšími lokalitami v okolí Píseckých hor. Posledním důvodem výběru byla jejich mineralogicky bohatá minulost i přítomnost.

6.2.1 Lom U Obrázku

Mineralogická oblast lom U Obrázku se vyskytuje asi 2,5 km od města Písku a leží na sever od Kraví hory asi 250 m od chaty Živec. Jámový lom, který je z poloviny zatopen má rozměry 30x20 m a hloubku 26 m (obr. 15). Těžba v lomu byla zahájena roku 1883 a trvala pouze do roku 1897. V letech 1925-1927 byla těžba na krátkou dobu znovu obnovena (www.lokalita.geology.cz). Lom je vytvořen na žíle pegmatitu, která dosahuje mocnosti 15 m. Lom U Obrázku, taktéž jako Písecké Hory, patří do oblasti moldanubika. Vyskytují se zde vyvřeliny variského stáří (granitoidy). Pegmatit má drobnou až středně zrnitou stavbu. V severní, okrajové části lomu je pegmatit prostoupen dvěma zónami typu křemene (růženín) a K-živce. Díky silné albitové metasomatóze je pegmatit značně diferenciován a váže na sebe výskyt velice zajímavých minerálů. Části, postižené metastomózou jsou složeny s šedavě bílého albitu, který je doprovázen tlustými sloupci skorylu (Novák, 2002). Významným, vyskytujícím se nerostem je písekit. Dalšími známými nerosty jsou albit, anatas, apatit, arzenopyrit, bertrandit, beryl, drahokamenové odrůdy berylu (akvamarín, heliodor, morganit), biotit, chalkopyrit, delvauxit, flogopit, granát, odrůdy křemene (ametyst, křišťál, citrín), limonit, molybdenit, monazit, muskovit, pitticit, pyrit, rutil, sericin, skoryl symplezit, torbornit, titanit, xenotim, K-živce (Oswald, 1959).

Vlastní terénní průzkum lomu U Obrázku proběhl na jaře v dubnu roku 2012 a skládal se celkem ze tří návštěv. Dvě výpravy do lomu byly uskutečněny v noci za účelem zjištění, zda se v dané lokalitě vyskytují luminiscenční nerosty. Předpokládaným místem výskytu luminiscenčních nerostů je podloží lomu, které je tvořeno převážně metamorfovanými horninami pestré série moldanubika s doprovodem těžkých kovů. Tyto prvky jsou důležitými a hojně se vyskytujícími příměsemi nerostů, které zapříčiňují vznik luminiscence. Bohužel ani z jedné výpravy po důkladném prozkoumání lomu žádné luminiscenční nerosty nebyly nalezeny.

Poslední, úspěšnější návštěva lomu byla absolvovaná za denního světla, ze které byly pořízeny vlastní nálezy mineralogicky zajímavých vzorků. Z pegmatitové žíly, která se táhne ze SV směru a její mocnost dosahuje 15 m, byly odebrány vzorky pegmatitů s obsahem křemene a živce o rozměru 12x4 cm (viz příloha 2 d.). Na některých vzorcích pegmatitů o velikosti 10x7 cm

(viz příloha 2 h.) a 9x7cm (viz příloha 2 g.) byly patrné drobné, stříbřité lupínky muskovitu, které jsou dokonalé štěpné. Častým výskytem na SZ straně lomu byly také jemnozrnné žuloruly s živcem zbarveným oxidem železitým (viz příloha 2 e.) a živce zbarvené chloridem (viz příloha 2 a.), nebo oxidem železitým (viz příloha 2 b.). Velikost živce zbarveným chloridem měl nazelenalou barvu a velikost přibližně okolo 3x3 cm a živec zbarvený do červena oxidem železitým dosáhl velikosti 6x5,5 cm. Nejzajímavějším nálezem z lomu U Obrázku byl křemenný pegmatit o rozměrech 8x5,7 cm potažený povlakem jemných zrníček pyritu (viz příloha 2 f.). Posledním odebraným vzorkem z této lokality byl mléčný křemen (viz příloha 2 c.), který spolu se svými odrůdami je charakteristický pro celou tuto oblast. Nerost byl šedý, bez lesku a o velikosti 5x3 cm.

Přesto, že daná lokalita má předpoklady k výskytu luminiscenčních nerostů, se ani z jedné návštěvy lomu nepodařilo identifikovat žádný luminiscenční minerál.



Obr. 15: Lom U Obrázku

Zdroj: www.geology.cz

6.2.2 Lom Kamenné doly

Nejsevernější výběžek Píseckých hor tvoří lom Kamenné doly. Lom je umístěn asi 5 km za Pískem. Kóta provazce, která je nejvyšším bodem ložiska, měří 632 m n. m. Lom byl založen roku 1939 a v roce 2004 byl lom získán česko-krumlovskou firmou Kámen a písek, spol. s.r.o. (www.piseckehory.ic.cz). Hlavní činností lomu Kamenné Doly jsou úpravy kamene, které se po zpracování dostávají na trh jako kompletní sortiment drceného kameniva.

Ložisko Kamenného dolu je tvořeno granitoidními horninami ze série moldanubika, ležící při jihovýchodním okraji Středočeského plutonu. Z hlediska petrografie je ložisko vybudováno komplexem hornin, ve kterých se nachází světlé, drobně až středně zrnité biotitické žuloruly, které se vyskytují převážně ve spodních etážích lomu a jsou prostoupeny křemen-živcovými, pegmatoidními čóčkami a žilami. Hojně vyskytujícími nerosty v pegmatitu jsou i krystaly titanitu, jehlicovité, červené krystaly rutilu a modrozeleného apatitu. Zajímavým útvarem v pegmatitu jsou stébelnaté agregáty turmalínu, uspořádané do turmalínových sluncí nebo do podoby pěkných vějířků (Cícha, 2003). Amfibolicko-biotitické syenity neboli durbachity typu Čertova břemene jsou zde zastoupeny v menší míře. Nejméně se vyskytující jsou zrnité žuly a drobozrné aplity. Na spodní etáži lomu se občas při těžbě odkrývají kalcitové, mramorované plochy vyskytující se jako xenolity v žulorulách a durbachitech. Mramor často doprovází šupinky flogopitu, stébelnaté agregáty diopsidu a velká zrna grossularu. Na druhé etáži (obr. 16) se nachází už několik let mohutné, odkryté skarnové těleso. Výchozí, hrubozrný mramor v kontaktu se žulorulami a durbachity byl částečně zatlačován výrazným skarnem, který byl zrudněný pyritem, arzenopyritem a pyrhotinem. Zajímavým nerostem, vyskytujícím se v rudním skarnu je světlý nerost sheelit, který vytváří automorfně omezená zrna a krystaly o velikosti 1-5 mm. Na horní etáži (obr. 17) se vyskytují žíly křemene s jehličkovitým dravitem. Pukliny ve stěně durbachitů pokrývají krystaly albitu se sytě fialovým fluoritem.

Výpravy do lomu Kamenné doly Písek se uskutečnily v roce 2011 a to pouze dvakrát. Kamenné doly jsou stále v provozu a přístup hlavně v noci je do lomu velice obtížný především kvůli celému bezpečnostnímu systému. První exkurze do lomu proběhla koncem listopadu roku 2011, kdy došlo k prozkoumání celého komplexu Kamenných dolů, k pořízení fotografií a odebrání zajímavých vzorků nerostů. Ve 4. etáži na S stěně lomu byly odkryty četné pegmatity s obsahem křemene, živce, muskovitu, nebo turmalínu. Prvním vzorkem z kamenných dolů byl durbachit 11,5x8 cm velký s obsahem křemene a turmalínu (viz příloha 2 j.). Pod SV stěnou lomu, také ve 4. etáži byl nalezen vzorek pegmatitu o velikosti 7x2,5 cm s pozoruhodným výskytem kalcitu. Podoba kalcitu byla uspořádaná do jednolitých vrstviček, kterým se říká kalcitové zrcadlo (viz příloha 2 i.). Dalšími vzorky ze 4. etáže byly keříčkovité dendrity vádu v živcových

pegmatitech vyskytující se v oblasti V stěny lomu. Větší živcový pegmatit dosahoval velikosti 19x11 cm a keříčky z wádu měly tloušťku okolo 3mm (viz příloha 2 n.). Menší živcový pegmatit měřil pouze 9x4,5 s 1mm tlustými, wádovými keříčkami černé barvy (viz příloha 2 o.). Po nedávném odstřelu, v tehdejší roce 2011, byly nalezeny z V stěny lomu mnohé živcové pegmatity s obsahem turmalínu. Prvním nálezem byl pegmatit o rozměrech 19x12 cm s obsahem stébelnatých, turmalínových agregátů (viz příloha 2 l.). Druhým, menším vzorkem byl pegmatit o velikosti 5x3,5 cm s detailní ukázkou stébelnatých, turmalínových agregátů uspořádaných vedle sebe (viz příloha 2 m.). Na posledním nalezeném pegmatitu, při velikosti 9x7 cm, se vyskytovaly zajímavé turmalínové paprsky o tloušťce 2 mm a délce 1 cm (viz příloha 2 p.). Krystal turmalínu zasazen z jedné části do živcového pegmatitu byl vykután ze Z strany lomu a měřil 5,5x2 cm (viz příloha 2 k.).

Druhá návštěva lomu byla uskutečněna v prosinci ve večerních hodinách roku 2011 (obr. 18). Z literatury bylo známo, že rudní skarny jsou bohaté na luminiscenční nerosty (Dudek, Malkovský a Suk, 1969). Z luminiscenčních nerostů byl nalezen pouze scheelit. Ve 2. etáži lomu na SZ a S stěně lomu bylo viditelné celé odkryté skarnové těleso, které bylo zrudněné nerostem scheelitem a ve tmě po ozáření UV-lampou drobné zrna či krystaly vykazovaly modrobílou fluorescenci. Několik vzorků skarnů, se světélkujícími, zrníčkovitými agregáty scheelitu, byly odebrány ze SZ stěny lomu. Největší kus dosáhl velikosti 22x18 cm s drobnými 2 mm zrnky scheelitu. Nejmenší vzorek byl veliký 10x7 cm a výskyt nahromaděných, scheelitových zrn byl patrný na jeho hraně (obr. 19, 20). Scheelit patří mezi sulfáty a jeho chemický vzorec je CaWO_4 . Nerost krystalizuje v tetragonální krystalické soustavě. Tvrdost se pohybuje okolo 4-4,5, hustota činní $6,1 \text{ g/cm}^3$ (Matyášek, 1998) a jeho barva je šedobílá. Na lokalitě Kamenné doly nebyl, kromě scheelitu, žádný jiný luminiscenční nerost nalezen.



Obr. 16: Pohled z první etáže na druhou etáž a na celý lom

Zdroj: Autor sám



Obr. 17: Pohled na první etáž

Zdroj: Autor sám



Obr. 18: průzkum v terénu při identifikace luminiscenčních nerostů

Zdroj: Autor sám



Obr. 19: Práce s UV-lampou

Zdroj: Autor sám



Obr. 20: Detailní pohled na světélkující scheelit

Zdroj: Autor sám

6.2.3 Lom Stará Ozvěna U Nového rybníka

Lom U nového rybníka leží na jihovýchodním svahu Kraví hory a byl založen roku 1885. Do provozu se lom dostal v 19. století a sloužil jako zásobárna živce pro město, který se zde rubal. Těžba byla ukončena roku 1892. Pozůstatkem po těžbě je hluboké skalisko se zasypaným dnem, které je viditelné při pohledu ze shora lomu (obr. 21) (www.minerally-sbirka.wgz.cz). V horninách dané lokality se hojně vyskytují krystalované nerosty alpské parageneze vyplňující drobné trhlinky migmatitů (Chábera a kol., 1985). Lom U Nového rybníka je založen na velkém, pegmatitovém tělese, které je bohatě prostoupeno výskytem monazitu, berylu, růženínu a turmalínu. Dalšími vyskytujícími se nerosty jsou arzenopyrit, bertrandit, farmakosyderit, fluorit, ilmenit, turmalín, písekit, růženín.

Koncem května roku 2012 se uskutečnily dvě prohlídky lomu Ozvěna U Nového Rybníka. Předpokladem, že se v této lokalitě nacházejí luminiscenční nerosty, byl výskyt písekity, což je tantaličnan a niobičnan vzácných zemin. Prvky vzácných zemin mohou být příměsemi u některých nerostů, které jsou schopny luminiscenčního jevu. Z první návštěvy lomu U Nového Rybníka, která proběhla v nočních hodinách, se povedlo odebrat z V stěny lomu vzorek pegmatitu s drobnými, nařiaľovĕľými, nepravidelnými krystalky fluoritu. Velikost vzorku pegmatitu byla 9,5x7cm s 1,5mm velkými krystalky fluoritu, které ve tmĕ po ozáření UV-lampou vykazovaly modrobílou fluorescenci. Fluorit neboli kazi-vec patří do skupiny halogenidů a krystalizuje v kubické krystalické soustavĕ. Chemické vyjádření nerostu je CaF_2 . Tvrdost činní 4 a hustota se pohybuje okolo $3,1 \text{ g/cm}^3$ (Matyášek, 1998). Při této návštěvě už žádný, další luminiscenční nerost nebyl nalezen.

Denní exkurze do lomu probĕhla následující den. Vlastními, sbĕratelskými nálezy byly drobné vzorky růženínů z J části lomu. Všechny růžové odrůdy křemene měřily přibližně okolo 3x3,5 cm (viz příloha 2 r.). Poslední, odebraný vzorek byl z V stĕny pegmatitového tělesa čockovitĕho tvaru. Vzorek pegmatitu s křemen-turmalínovou žílou měl velikost 10x8,5 cm. Černá, křemen-turmalínová žíla jejíž tloušťka dosáhla 5 mm, byla pomĕrnĕ silná (viz příloha 2 q.).



Obr. 21: lom U Nového rybníka

Zdroj: www.minerally-sbirka.wgz.cz

7 ZÁVĚR

V rámci předložené bakalářské práce byly prozkoumány tři lokality Píseckých hor (lom U Obrázku, lom Kamenné doly a lom Stará Ozvěna U Nového rybníka). Nerosty vykazující luminiscenci byly nalezeny jen v lomu Kamenné doly Písek (scheelit) a v lomu U Nového rybníka (fluorit). V lomu U obrázku žádný luminiscenční nerost nebyl nalezen. Přesto, že se ve zkoumaných lokalitách vyskytují pouze dva luminiscenční nerosty, jsou dané lomy velice mineralogicky významné a zajímavé. Veliké množství lomů Píseckých hor skrývá příležitost pro rozsáhlejší a podrobnější terénní průzkum za účelem identifikace výskytu luminiscenčních nerostů v rámci navazující diplomové práce.

SEZNAM LITERATURY

- Bernard J. H., Rost R. a kol., 1992: Encyklopedický přehled minerálů. Praha: Academia, 701 s.
- Bican J., Pavlíček V., 1994: Základy mineralogie a petrologie pro posluchače biologie. České Budějovice: Pedagogická fakulta JU, 177s.
- Cícha J., 2005: Exkurzní průvodce po mineralogických a geologických lokalitách – seminář Živec 2005. Písek: Prácheňské muzeum v Písku, 2005, str. 21 – 22.
- Dudek A., Malkovský M. a Suk M., 1969: Atlas hornin. Praha: Československé akademie věd, 190 s.
- Frohlich J., 1999: Písecké hor známé i neznámé. Písek: Nakladatelství a vydavatelství IRES, 85 s.
- Chábera S. a kol., 1985: Neživá příroda. České Budějovice: Jihočeské nakladatelství, 269 s.
- Chlupáč I., 2002: Geologická minulost České republiky. Praha: Academia, 436 s.
- Matyášek J., 1998: Mineralogický systém. Brno: Masarykova universita, 132 s.
- Novák V., 2002: Topografická mineralogie jižních čech 1966-1998. České Budějovice: Nakladatelství Jelmo, 359 s.
- Oswald J., 1959: Jihočeské nerosty a jejich naleziště. České Budějovice: Krajské nakladatelství, 144 s.
- Pišút J. a kol., 1987: Fyzika pro IV. ročník gymnázií. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 384 s.
- Povondra P., Irych J., 1988: Základy úpravnictví a separace minerálů. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 105 s.
- Řehoř F., 1998: Přehled historické geologie a regionální geologie České republiky. Ostrava: Ostravská universita, 117 s.
- Vacek K., Pantoflíček J., 1967: Luminiscence I. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 182 s.

Internetové zdroje

Cícha J., 1994: Velký Mehelník [cit. 20. 11. 2011].

Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/463>, <http://lokality.geology.cz/464>

Drašnar J., 2002: Luminiscence minerálů [cit. 10. 2. 2012].

Dostupné z: http://www.museum.mineral.cz/mineraly/ucebnice/obecna_min/o_55.php

Fahlar M., 2012: Ultrafialové (UV) záření [cit. 6. 3. 2012].

Dostupné z: <http://www.optikarium.cz/optika-fyzika/ultrafialove-uv-zareni>

Klimatologie dobrovolný svazek obcí blanicko otavského regionu, 2006-2012 [cit. 16. 11. 2011].

Dostupné z: http://www.blanicko-otavsko.eu/upload/File/aktualizace_dso-1.doc

Lesy města Písku s. r. o., 2011: Přírodní park Písecké hory [cit. 16. 11. 2011].

Dostupné z: <http://www.lmpisek.cz/pro-navstevniky-piseckych-lesu/chrana-uzemi-a-rezervace/prirodni-park-pisecke-hory>

Měšťan J., 2010: Představení lokality [cit. 15. 11. 2011].

Dostupné z: <http://piseckehory.ic.cz/piseckehory.html>

Měšťan J., 2010: Virtuální mineralogická sbírka [cit. 30. 10. 2011].

Dostupné z: <http://www.piseckehory.ic.cz/mineralogickasbirka.html>

Měšťan J., 2011: E-speciál o kamenných dolech – lomu u „Serpentin“ [cit. 15. 11. 2011]. Dostupné z: http://www.piseckehory.ic.cz/special_kd.html

Reichl J., Všecká M., 2006 – 2012: Aktivní prostředí luminiscence [cit. 6. 3. 2012]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/779-aktivni-prostredi-luminiscence>

Šefčík D., 2010: Lom U Nového Rybníka [cit. 6. 6. 2012].

Dostupné z: <http://mineraly-sbirka.wgz.cz/pisek-n-rybnik>

Vávra V., 2006: Luminiscence [cit. 10. 2. 2012].

Dostupné z: http://mineralogie.sci.muni.cz/kap_4_5_lumin/kap_4_5_lumin.htm

www.cuni.cz: Princip fluorescenční spektroskopie [cit. 5. 6. 2012].

Dostupné z: <http://psych.lf1.cuni.cz/fluorescence/soubory/principy.htm>

www.leccos.cz: Luminiscence [cit. 28. 1. 2012].

Dostupné z: <http://leccos.com/index.php/clanky/bioluminiscence>

www.leccos.cz: Luminiscence [cit. 28. 1. 2012].

Dostupné z: <http://leccos.com/index.php/clanky/elektroluminiscence>

www.leccos.cz: Luminiscence [cit. 28. 1. 2012].

Dostupné z: <http://leccos.com/index.php/clanky/radioluminiscence>

www.leccos.cz: Luminiscence [cit. 28. 1. 2012]. Dostupné z:
<http://leccos.com/index.php/clanky/termoluminiscence>

www.wikipedia.cz, 2012 [cit. 14. 6. 2012].
Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Otava>

Obrázky z internetových zdrojů dostupné z:

<http://toverbez.ic.cz/images/pisek1.jpg>

http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=771281&x=1125283&s=1

<http://www.mineraly-sbirka.wgz.cz/pisek-pisekity>

<http://petr-kufner.blog.cz/1103/prukaz-jaderneho-aktinu-pomoci-zelene-fluoreskujiciho-proteinu-gfp>

http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Btl%C5%A1ka_v%C4%9Bt%C5%A1%C3%AD

<http://iqsport.cz/item/materialy?skinid=39>

<http://www.ndttrade.cz/category/17/uv-lampy-sk>

<http://www.geology.cz/aplikace/fotoarchiv/fotoarchiv.php?foto=12634>

<http://www.selectadna.sk/uv-svetla/LAMPA-BATERKAUV500.html>

http://www.loeplampen.nl/nl/dept_57.html

<http://www.ryfag.ch/de/unsere-produkte>

<http://mineraly-sbirka.wgz.cz/pisek-n-rybnik>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Výpis luminiscenčních nerostů, Zdroj: Bernard, Rost a kol., 1992

Příloha 2: Vzorky nerostů z terénního průzkumu, Zdroj: Autor sám

- a. Živec zbarven chloridem
- b. Živec zbarven oxidem železitým
- c. Mléčný křemen
- d. Pegmatit (živec, křemen)
- e. Jemnozrnná žulorula s živcem zbarveným oxidem železitým
- f. Pyrit
- g. Pegmatit s muskovitem (světlý druh slídy)
- h. Pegmatit s muskovitem (světlý druh slídy)
- i. Kalciové zrcadlo
- j. Durbachit (křemen, turmalín)
- k. Krystal turmalínu
- l. Pegmatit se stébelnatými, turmalínovými agregáty
- m. Pegmatit s detailem stébelnatých, turmalínových agregátů
- n. Wád (keříčkovité útvary)
- o. Wád (keříčkovité útvary)
- p. Pegmatit s paprsčitými výběžky turmalínu
- q. Pegmatit s křemen-turmalínovou žílou
- r. Růženiny

Příloha 1

NÁZEV MINERÁLU	CHEMICKÉ SLOŽENÍ MINE- RÁLU	T ¹	H ²	DRUH LUMINISCENCE
Abernathyit	$K_2[(UO_2)(AsO_4)]_2 \cdot 8 H_2O$	2,5	3,7	Světélkuje žlutozeleně v UV
Adamin	$Zn_2(AsO_4)(OH) \text{ g/cm}^3$	3,5	4,3	Některé odrůdy světélkují v UV
Alforsit	$Ba_5(PO_4)_3Cl$		4,8	Silná, fialová fluorescence v UV
Ameghinit	$NaB_3O_3(OH)_4$	3,5	2,0	Modrá fluorescence v UV
Anglesit	$PbSO_4$	2,5	6,3	Žlutavá fluorescence v UV
Aragonit	$CaCO_3$	4	2,9	Zelenobílá fluorescence v UV
Aristarainit	$Na_2Mg(B_{12}O_{20}) \cdot 8 H_2O$	3,5	2,0	Slabé světélkování v UV
Ashoverit	$Zn(OH)_2$		3,3	Modrobílá fluorescence v UV
Austinit	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10-12 H_2O$	2	3,1	Žlutozelená fluorescence v UV
Baryt	$BaSO_4$	3,5	4,4	V UV fluoreskují a fosfo- reskují
Bazirit	$BaZr(Si_3O_9)$		3,8	Světlá modrobílá fluores- cence v UV
Benstonit	$(CaMn)_6(BaSr)_6 Mg(CO_3)_{13}$	3,5	3,6	Slabě žlutá až červená flu- orescence v UV
Bergenit	$Ba_{4/3}Ca_{2/3}(UO_2)_3(PO_3)_2 \cdot 5 H_2O$		4,1	Bledě zelná
Bergslagit	$CaBe(AsO_4)(OH)$		3,4	Namodralá, nazelenalá fluorescence v UV
Bolivarit	$Al_2(PO_4)(OH)_3 \cdot 4-5 H_2O$	3	2,0	Zelená fluorescence v UV
Boltwoodit	$K(H_3O)(UO_2)(SiO_4)$	3,4	3,6	Matně zelená fluorescence v UV
Brannockit	$KSn_2Lu_3Si_{12}O_{36}$		2,9	Modrá fluorescence v UV
Bromellit	BeO	9	3,0	Světélkuje v UV

¹ Tvrdost nerostu

² Hustota nerostu v g/cm³

Carnallit	$\text{KMgO}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	1-2	1,6	Fluoreskuje silně v UV
Černikovit	$(\text{H}_3\text{O})_2(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$		3,6	Intenzivně žlutozelená fluorescence v UV
Diamant	C	10	3,3	Modrá fluorescence v UV
Dolomit	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	3,5	2,8	Žlutá fluorescence v UV
Dumontit	$\text{Pb}_2(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2\text{O}_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$		5,6	Slabá zelená fluorescence v UV
Dypingit	$\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$			Světle modrá fluorescence, žlutozelená fosforescence
Džohačidolit	CaAlB_3O_7	7,5	3,3	Světle modrá fluorescence v UV
Ekaterinit	$\text{Ca}_2\text{B}_4\text{O}_7(\text{ClOH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$		2,4	Modrá fluorescence v UV
Esperit	$(\text{CaPb})\text{Zn}(\text{SiO}_4)$	5	2,6	Citronová fluorescence v UV
Eukryptit	LiAlSiO_4	5	2,6	Růžová fluorescence v UV
Evenkit	$\text{C}_{24}\text{H}_5\text{O}$	1	0,8	Modrá luminiscence v UV
Eylettersit	$(\text{ThPb})_{1-x}\text{Al}_3(\text{PO}_4\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_6$	3	4,0	Fluoreskuje v UV
Fabianit	$\text{CaB}_3\text{O}_3(\text{OH})$	6	2,8	Hnědavě žlutá fluorescence v UV
Fluorit	CaF_2	4	3,1	Fluorescence v UV modrobílá, zelenavá s odstínem do červena
Fosgenit	$\text{Pb}_2(\text{CO}_3)\text{Cl}_2$	2-3	6,1	Žlutá fluorescence v UV
Frankdicksonit	BaF_2	2,5	4,8	Modrá fluorescence v katodovém záření
Fresnoit	$\text{Ba}_2\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}$	3,5	4,4	Žlutá fluorescence v UV
Furongit	$\text{Al}_2(\text{O}_2)(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$		2,9	Silně žlutá fluorescence v UV
Heinrichit	$\text{Ba}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 10-12 \text{H}_2\text{O}$	2,5	4,0	Jasně zelená až žlutá fluorescence v UV
Holtit	$(\text{TaSbLi})\text{Al}_6[(\text{SiAs})\text{O}_4]_3(\text{BO}_3)(\text{O},\text{OH})_3$	8,5	3,9	Fluoreskuje v UV
Huttonit	ThSiO_4		7,1	Růžovo bílá fluorescence v UV
Charlesit	$\text{Ca}(\text{AlSi})_2(\text{SO}_4)_2[\text{B}(\text{OH})_4](\text{OH},\text{O})_{12} \cdot 26 \text{H}_2\text{O}$	2,5	1,7	Slabě fialová fluorescence v UV

Idrialin	$C_{22}H_{14}$	1	1,2	Modorbílá fluorescence v UV
Jagowerit	$BaAl_2(PO_4)_2(OH)_2$	4,5		Zelenobílá fluorescence v UV
Kahlerit	$Fe(UO_2)(AsO_4)_2 \cdot 12H_2O$	3,5	3,2	Oranžová fluorescence v UV
Kalcit	$CaCO_3$	3	2,7	Červená, oranžová fluorescence v UV
Kalkurmolit	$Ca(UO_2)_3(MoO_4) \cdot (OH)_2 \cdot 11H_2O$			Silně světélkuje v UV
Kalomel	$HgCl$	1,5	7,1	Tmavočervená fluorescence v UV
Karboborit	$Ca_2Mg(CO_3)_2B_2(OH)_8 \cdot 4H_2O$	2	2,1	Bílá fluorescence v UV
Karibibit	$Fe_2^{3+}As_4^{3+}(O,OH)_9$		4,0	V UV světélkuje žlutě
Katajamalit	$KCa_7Li_3Ti_2(Si_6O_{18})_2(OH,F)_2$	4	2,9	Třpytivá modrobílá fluorescence v UV
Klinoedrit	$CaZnSiO_3(OH)_2 \cdot H_2O$			Oranžová fluorescence v krátkovlnném UV
Kratochvílit	$C_{13}H_{10}$			Modrobílá fluorescence v UV
Lanarkit	$Pb_2(SO_4)O$			Žlutá fluorescence v UV
Liebigit	$Ca_2(UO_2)(CO_3)_3 \cdot 11H_2O$	2,5	2,4	Zelená luminiscence v UV
Magnezioaxinit	$Ca_2MgAl_2BSi_4O_{15}(OH)$	6,5	3,1	Světélkuje v UV
Magnezit	$MgCO_3$	4,5	3,0	Zelená, modrá fluorescence v UV
Melit	$Al_2[C_6(COO)_6] \cdot 18H_2O$	2	1,6	Světélkuje v UV
Metaankoleit	$K_2(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$		3,5	Fluoreskuje žlutozeleně v UV
Metaautunit	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	2	3,5	Žlutozelená fluorescence
Metahaiweeit	$Ca(UO_2)Si_6O_{15} \cdot nH_2O$	3,5	3,3	Světélkuje zeleně v UV
Metaheinricht	$Ba(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	2,5	4,0	Fluoreskuje světle zeleně až žlutě v UV
Metanováčekit	$Mg(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 4-8H_2O$	2,5	3,5	Zelené světélkování v UV
Metauranocircit	$Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	2,5	3,9	Fluoreskuje zeleně v UV

Metauranospinit	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2 (\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	2-3		Jasně žlutá fluorescence
Metavanmeersscheit	$\text{U}^{6+}(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	2,5	4,4	Silná zelená fluorescence
Metazeunerit	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	2	3,6	Fluoreskuje žlutozeleně v UV
Miossanit	$\alpha\text{-SiC}$	9,5	3,2	Světélkuje v UV záření
Morearit	$\text{Al}_3 (\text{UO}_2)(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2$		2,6	Silně fluoreskuje v UV
Nabafit	$\text{NaBa}(\text{PO}_4) \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	2	2,3	Bělavá luminiscence v UV
Natroautinit	$\text{Na}_2(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	2,5	3,5	Silná žlutozelená fluorescence v UV
Natrobistantit	$(\text{NaCs})\text{Bi}(\text{TaNbSb})_4\text{O}_{12}$		6,1	Červenooranžová luminiscence v UV
Natrofosfát	$\text{Na}_7(\text{PO}_4)_2 \cdot 19 \text{H}_2\text{O}$			Světélkuje v UV záření
Natrotantit	$\text{Na}_2\text{Ta}_4\text{O}_{11}$			Silné světélkování v katodových paprscích
Natrouranospinit	$(\text{Na}_2\text{Ca})(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	2,5	3,8	Žlutozelené světélkování v UV
Nováčekit	$\text{Mg}(\text{UO}_2)_2 (\text{AsO}_4)_2 \cdot 10-12 \text{H}_2\text{O}$	2,5	3,7	Tmavě zelená fluorescence v UV
Opál	$\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$	1	2,0	Slabě zelené světélkování v UV
Palermoit	$(\text{LiNa})_2(\text{SrCa})\text{Al}(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_4$	5,5	3,2	V RTG záření fluoreskuje bíle
Paralstonit	$\text{BaCa}(\text{CO}_3)_2$	4,5	3,6	Fluorescence v UV
Powellit	$\text{Ca}(\text{MoO}_4)$	3-4	4,2	Žlutavá až zlatožlutavá fluorescence v UV
Pseudoautunit	$\text{Ca}_2(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$			Žlutozelená intenzivní fluorescence v UV
Sabugalit	$\text{HAl}(\text{UO}_2)_4(\text{PO}_4)_4 \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$	2,5	3,2	Intenzivně žlutý v UV
Saléit	$\text{Mg}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8-10 \text{H}_2\text{O}$	2,5	3,2	Fluoreskuje žlutozeleně
Sfalerit	ZnS	3,5	4,0	Luminiscence v UV modrá, žlutá, oranžová, červená

Shortit	$\text{Na}_2\text{Ca}_2(\text{CO}_3)_3$		2,6	V UV záření svítí
Scheelit	$\text{Ca}(\text{WO}_4)$	4,5	6,1	V UV záření je modrobílý
Schrockingerit	$\text{NaCa}_3(\text{UO}_2)(\text{SO}_4)(\text{CO}_3)_3\text{F} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	2,5	2,5	Jasně zelenožlutá fluorescence v UV
Smithsonit	ZnCO_3	4-5	4,4	Modrá, zelená fluorescence v UV
Sodalit	$\text{Na}_8(\text{AlSiO}_4)\text{Cl}_2$	5,5	2,3	Oranžová a červená luminescence v UV
Strelkinit	$\text{Na}(\text{UO}_2)(\text{VO}_4) \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	2,5	4,2	Špinavě zelená fluorescence v UV záření
Swartzit	$\text{CaMg}(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$		2,3	Zelená, žlutozelená fluorescence v UV
Terskit	$\text{Na}_4\text{ZrSi}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	5	2,7	Jasně zelená fluorescence v UV
Threadgoldit	$\text{Al}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2$		3,4	Fluoreskuje zeleně v UV
Turneaureit	$\text{Ca}_5[(\text{As,P})\text{O}_4]_3\text{Cl}$	5	3,6	Jasně oranžová fluorescence v UV
Tveitit	Ca_3YF_9			Žlutooranžová fluorescence v UV
Uralborit	$\text{CaB}_2\text{O}_2(\text{OH})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	4	2,6	Fialová fluorescence v UV
Uramfit	$\text{NH}_4(\text{UO}_2)(\text{PO}_4) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	2,5	3,7	Žlutozelená fluorescence v UV
Uranofán	$\text{Ca}(\text{H}_3\text{O})_2(\text{UO}_2)_2(\text{SiO}_4)_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	2,5	3,8	Žlutavě zelená fluorescence v UV
Uranopilit	$(\text{UO}_2)_6(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	2	3,8	Silně žlutozelená fluorescence v UV
Uranospinit	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	2-3	3,4	Nažloutlá fluorescence v UV
Valchovit	$(\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O})_n$		1,0	V UV kyanovitě modrá fluorescence
Vanmeersscheit	$\text{U}^{6+}(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	2,5	4,6	Silně zelená fluorescence v UV
Walstromit	$\text{BaC}_2\text{Si}_3\text{O}_9$	3,3	3,6	Růžová fluorescence v UV
Zellerit	$\text{Ca}(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	2	3,2	V UV svítí zeleně

Zippeit	$\text{K}(\text{UO}_2)_6(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{10} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$		3,6	Oranžovožlutá fluorescence v UV
Znucalit	$\text{Zn}_{12}\text{Ca}(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3(\text{OH}_{22}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		3,0	Intenzivně žlutozelená fluorescence v UV

Příloha 2



a. Živec zbarvený chloridem



b. Živec zbarvený oxidem železitým



c. Křemen mléčný



d. Pegmatit (křemen, živec)



e. Jemnozrnná žulorula s živcem zbarveným oxidem železitým



f. Pyrit



g. Pegmatit s muskovite (světlý druh slída)



h. Pegmatit s muskovitem (světlý druh slídy)



i. Kalcitové zrcadlo



j. Durbachit (křemen turmalín)



k. Krystal turmalínu



l. Pegmatit se stébelnatými, turmalínovými agregáty



m. Pegmatit s detailem stébelnatých, turmalínových agregátů



n. Wád (keříčkovité útvary)



o. Wád (keříčkovité útvary)



p. Turmalín (paprsčité výběžky)



q. Pegmatit s křemen-turmalínovou žílou



r. Růženíný



r. Růženiny



r. Růženiny